

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J1036 U.S. PRO
09/991915
11/26/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年11月27日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-358659

出 願 人
Applicant(s):

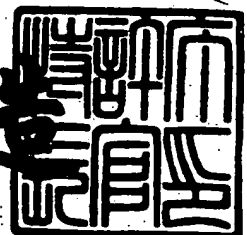
株式会社ニコン

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年11月 9日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 NKN00006

【提出日】 平成12年11月27日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027
G02B 13/14
G02B 17/08
G03F 7/20 521

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
内

【氏名】 小松田 秀基

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代理人】

【識別番号】 100095957

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀谷 美明

【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

【識別番号】 100096389

【弁理士】

【氏名又は名称】 金本 哲男

【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

【識別番号】 100101557

【弁理士】

【氏名又は名称】 萩原 康司

【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

【識別番号】 100096091

【弁理士】

【氏名又は名称】 井上 誠一

【電話番号】 03-3226-6631

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学系の設計方法、光学系および投影露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面に膜が形成された面を有する光学系の設計方法であって

前記膜を含めて前記光学系の光学的波面を計算する工程を含むことを特徴とする光学系の設計方法。

【請求項 2】 表面に膜が形成された面を有する結像光学系の設計方法であって、

前記膜を含めずに前記結像光学系の光学的波面を計算する第 1 の工程と、
前記膜を含めて前記結像光学系の光学的波面を計算する第 2 の工程と、
第 1 の工程と第 2 の工程の計算結果を比較する第 3 の工程と、を含み、
第 2 の工程で算出される波面収差が第 1 の工程で算出される波面収差より小さくなるように設計することを特徴とする結像光学系の設計方法。

【請求項 3】 表面に膜が形成された面を有する光学系であって、
前記膜を含めて算出される前記光学系の波面収差が、前記膜を含めずに算出される前記光学系の波面収差よりも小さくなるように設計されていることを特徴とする光学系。

【請求項 4】 前記光学系は結像光学系であることを特徴とする請求項 3 に記載の光学系。

【請求項 5】 前記膜が形成された面は反射面であることを特徴とする請求項 4 に記載の光学系。

【請求項 6】 前記光学系は光源として E U V 光を対象にすることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の光学系。

【請求項 7】 設計波長を λ としたとき、前記膜を含めずに算出される前記光学系の波面収差は前記膜を含めて算出される前記光学系の波面収差よりも、R M S で $\lambda / 14$ 以上大きいことを特徴とする請求項 4 乃至 6 の何れか一項に記載の光学系。

【請求項 8】 前記波面収差の算出時に P 波と S 波の平均を用いることを特

徴とする請求項4乃至7の何れか一項に記載の光学系。

【請求項9】 投影原版に設けられたパターンの縮小像をワーク上に投影露光する投影露光装置であって、

前記投影原版を照明する照明光学系と、

請求項4乃至8の何れか一項に記載の光学系と、を有し、

前記光学系の物面上に前記投影原版を配置可能とし、前記光学系の像面上に前記ワークを配置可能としたことを特徴とする投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マイクロデバイス（半導体素子、撮像素子、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド、CCD素子等）を製造するためのリソグラフィ工程中使用される投影露光装置、該投影露光装置に好適な光学系、該光学系を設計する際に好適な光学系の設計方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、集積回路のパターンの微細化が進むに従い、投影露光装置で使用される露光光源の波長は年々短波長化してきている。このため、次世代の集積回路パターンの露光技術として、露光光源にEUV（Extreme Ultra Violet：超極短紫外線）光を用いた露光方法が有望視されている。EUVの波長は数nm～50nmであり、この波長域で屈折材として十分光学系を形成する程の透過率を有する物質は存在せず、反射面のみで光学系を構成することになる。反射面のみで結像系を設計した例としては、特開平9-211332号公報に開示されているものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、EUV光を対象光源とする反射面には、EUV用の特殊な反射膜を形成することが必要になる。なぜならば、通常、反射面の基盤材質となる単純な金属やガラスの光沢面では、EUVはほとんど反射しないからである。

【0004】

EUV用の反射膜は、可視光用のダイクロイックミラーに用いられている膜とは異なり、非常に多数の薄膜を積層したものになるため、一般に非常に厚いものとなる。代表的なEUV用反射膜としては、モリブデン（Mo）とシリコン（Si）を交互に重ねたものがある。この膜で波長13nmの光に対し70%程度の反射率を得ようとする、Mo層とSi層を40～50ペア積層しなければならない。1ペアの厚みは約7nmなので、反射膜の厚さは300～350nmにもなる。

【0005】

このように波長の20倍以上もある厚い膜となるため、通常、実効的な反射面は、基盤表面とは大きく異なることになる。しかも、反射膜に対する光線の入射角によっても、実効的な反射面の位置が異なる。しかしながら、従来では、全てこの膜の影響を無視し、基盤表面で光線が反射するとした設計方法が採用されてきた。従来提案されてきたEUV投影光学系の設計解もこのような設計方法で求められたものであった。これは、従来の光学系では、収差に影響を与えるほど膜によって光路長が変化することがなかったためである。

【0006】

一般に、無収差の光学系とは、物体上の一点から様々な方向に発した光線が、像上の一点に収斂する光学系のことである。これは同時に、共役な2点を結ぶ複数の光線の光路長が等しいことを意味する。実際には、一定の視野内で全く無収差となる光学系は実現不可能であるため、ある程度の光路長差は許容される。その程度は、光学系の用途により異なるが、一般に波面収差と呼ばれる光路長差のばらつきを考えた時、そのRMS（Root Mean Square）が波長 λ の $1/14$ 程度であれば、ほぼ無収差とされる。ただし、最新の半導体集積回路露光装置用投影光学系では、 $\lambda/20$ 程度のさらに厳しい値が要求される。

【0007】

ここで、EUV投影光学系に戻って考えてみると、その反射膜の厚みは波長の20倍以上もあり、実効的な反射面がその波長の20倍の範囲内で変わり得る。前述の $\lambda/14$ という許容範囲を念頭におくと、このことが結像性能に多大な影

響を及ぼすことがわかる。

【0008】

図9は従来の設計方法で設計した、EUV用結像光学系の光路図である。この光学系は、8つの非球面形状の反射面を有し、これらの反射面を介して第1面R上の物体を第2面W上に結像させるための結像光学系である。実際には各反射面に膜が形成されることになるが、設計時では膜は考慮されていない。各反射面にはW側からR側に向かって光路の順にM11, M12, M13, M14, M15, M16, M17, M18の符号が付されている。

【0009】

図10, 11に、この光学系の設計解データを示す。データ中の非球面係数は以下の式で定義される。

【数1】

$$Z = \frac{h^2}{r \left\{ 1 + \sqrt{1 - h^2/r^2} \right\}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12} + Fh^{14}$$

ここで、Z：平面からのサグ量

h：光軸からの高さ

r：曲率半径

A, B, C, D, E, F：非球面係数

である。この光学系のW側開口数(NA)は0.25で、W面における視野は半径25～27mmの円環領域で、M17有効径が開口絞りを兼ね、W側がテレセントリックな光学系になっている。

【0010】

図12に、膜を考慮しないまま、この光学系の光学的波面を計算して求めた、波長13.4nm, W上での高さ26mmにおけるPSF(Point Spread Function: 点像強度分布)を示す。図12(a)はPSFのcontour mapであり、図12(b)はPSFの鳥瞰図である。PSFのピーク値は0.9999である。これは波面収差のRMSが0.0016λ程度であることを意味し、この値から、ほとんど無収差の光学系といえる。

【0011】

ところで、実際に使用するためには、この光学系にEUV用の反射膜を塗布することになる。EUV用反射膜は、角度特性が厳しく、光線の入射角が想定した角度と異なると、所定の反射率が得られない。そのため、光学系の性能を確保するためには、EUV用反射膜は膜厚に分布をつけることが必要になる。膜厚分布は、通常、製作時の制御の容易さから回転対称となるようにつけられる。ここでは、0.033nm厚のMo層、0.067nm厚のSi層を交互に50ペア積層した膜を基本とした。これに、 $C0 + C2h^2 + C4h^4 + C6h^6 + C8h^8 + C10h^{10}$ をかけたものが実際の膜の厚さとなる。ここで、hは光軸からの高さ、C0～C10は面毎に異なる係数である。図13に各面に対する係数の値を示す。

【0012】

次に、図13に示した膜厚分布データを有するEUV用反射膜を含めてこの光学系の光学的波面を計算する。図14は、この場合のPSFであり、膜を含むこと以外は図12のものと同条件である。図14(a)はPSFのcontour mapであり、図14(b)はPSFの鳥瞰図である。図14は、図12と同じ縮尺で描かれたものであるが、一見してわかるように、図12に比べてピークが低くなり、裾野が広がっている。図14におけるPSFのピーク値は0.4973である。これは波面収差のRMSが0.11λ程度であることを意味し、半導体集積回路露光機としてはもはや使用に耐えられないレベルである。

【0013】

上記のような、膜を含めない場合と含めた場合とを比較した際に現れる顕著な性能差は、M12の面で発生していることがわかっている。図15は、この光学系において、M12のみ膜があり、他の面は膜が無く基盤面で反射するとし、その他は図14と同条件とした場合のPSFである。図15(a)はPSFのcontour mapであり、図15(b)はPSFの鳥瞰図である。図15と図14を比較すると、これら2つの図は極めて似ており、M12の面が多大な影響を与えていることがわかる。

【0014】

一方、M11、M12は、同様の仕様で設計すれば、異なる設計者であっても、ほぼ同じような設計解となることがわかっている。よって、上記の現象はこの一例特有のものではなく、同様の仕様の設計解であれば、ほぼ同様の結果となる。このような膜による性能劣化を避けるためには、膜の設計を変更して、膜を含めない場合と、膜を含めた場合の評価結果が大差ないようにすれば良いと考えられる。しかし、EUV用反射膜は、特殊であり、波長の何倍もの厚みのある膜でなければ所定の性能を発揮できないため、EUV用光学系では、この2つの場合に大差が生じないように設計するのは極めて困難である。

【0015】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、表面に膜が形成された面を有する光学系において、膜を考慮した場合でも、必要な光学的性能を確保できる光学系の設計方法、光学系および該光学系を有する投影露光装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、請求項1に記載のように、表面に膜が形成された面を有する光学系の設計方法であって、前記膜を含めて前記光学系の光学的波面を計算する工程を含むことを特徴とする光学系の設計方法を提供する。表面に膜が形成された面を有する光学系について、従来は膜を含めずに設計解を求めていたが、本発明では膜を含めて光学的波面を計算し設計解を求めることにより、設計条件を実際の光学系に大きく近づけることができ、必要な光学的性能を確保することができる。

【0017】

本発明の別の観点によれば、請求項2に記載のように、表面に膜が形成された面を有する結像光学系の設計方法であって、前記膜を含めずに前記結像光学系の光学的波面を計算する第1の工程と、前記膜を含めて前記結像光学系の光学的波面を計算する第2の工程と、第1の工程と第2の工程の計算結果を比較する第3の工程と、を含み、第2の工程で算出される波面収差が第1の工程で算出される波面収差より小さくなるように設計することを特徴とする結像光学系の設計方法

が提供される。この方法は、膜の厚みや特性が性能に無視できないほどの影響を与える光学系を設計する場合に有効である。特に波長の短いEUV光等を光源とする光学系では、通常、波長の何倍もの厚みがある膜を含むため、好適な方法といえる。また、第1の工程を踏むことにより、光学系の特性の把握、概ねの性能の確保等、概略設計をしておくことができる。第2工程以降で、細かな膜データを入力して最終設計をすることができるので、効率的に設計作業を行うことができる。

【0018】

また、本発明の別の観点によれば、請求項3に記載のように、表面に膜が形成された面を有する光学系であって、前記膜を含めて算出される前記光学系の波面収差が、前記膜を含めずに算出される前記光学系の波面収差よりも小さくなるように設計されていることを特徴とする光学系が提供される。かかる構成によれば、膜を含めた状態で最適化が行われた、高性能の光学系を提供することができる。特に、膜の厚みや特性が性能に無視できないほどの影響を与える光学系に好適である。その際に、前記光学系は請求項4に記載のように、結像光学系であってもよい。あるいは、アフォーカル系や集光系等、他の種類の光学系であってもよい。

【0019】

前記膜が形成された面は、請求項5に記載のように、反射面であってもよく、この場合は反射膜を考慮することになる。また、請求項6に記載のように、前記結像光学系は光源としてEUV光を対象にする光学系であってもよい。このような光学系では、通常、波長の何倍もの厚みがある膜を含むため、好適である。また、EUV光のような短波長の光を対象光源とする光学系では、許容される収差量が小さく、高い光学性能を必要とするため、有効である。

【0020】

なお、請求項7に記載のように、設計波長を λ としたとき、前記膜を含めずに算出される前記結像光学系の波面収差は前記膜を含めて算出される前記結像光学系の波面収差よりも、RMSで $\lambda/14$ 以上大きいような結像光学系としてもよい。また、請求項8に記載のように、前記波面収差の算出時にP波とS波の平均

を用いるようにすれば、計算を簡略化できる。

【 0 0 2 1 】

さらに、本発明の別の観点によれば、請求項 9 に記載のように、投影原版に設けられたパターンの縮小像をワーク上に投影露光する投影露光装置であって、前記投影原版を照明する照明光学系と、請求項 4 乃至 8 の何れか一項に記載の結像光学系と、を有し、前記結像光学系の物面上に前記投影原版を配置可能とし、前記結像光学系の像面上に前記ワークを配置可能としたことを特徴とする投影露光装置が提供される。かかる構成によれば、膜を含めた状態で最適化が行われた、高性能の光学系を用いて、パターンの像をワーク上に投影露光することができるため、微細な回路パターンを高解像に形成することが可能となる。

【 0 0 2 2 】

また、本発明は、表面に膜が形成された面を有する光学系の設計プログラムが記録されている記録媒体であって、前記膜を含めて前記光学系の光学的波面を計算する工程を含む設計プログラムが記録されていることを特徴とする記録媒体を提供する。

【 0 0 2 3 】

また、本発明は、表面に膜が形成された面を有する光学系の設計プログラムを含む信号を搭載しているコンピュータで受信可能な搬送波であって、前記膜を含めて前記光学系の光学的波面を計算する工程を含む設計プログラムを含む信号を搭載していることを特徴とするコンピュータで受信可能な搬送波を提供する。

【 0 0 2 4 】

またさらに、本発明は、表面に膜が形成された面を有する結像光学系の設計プログラムが記録されている記録媒体であって、前記膜を含めずに前記結像光学系の光学的波面を計算する第 1 の工程と、前記膜を含めて前記結像光学系の光学的波面を計算する第 2 の工程と、第 1 の工程と第 2 の工程の計算結果を比較する第 3 の工程と、第 2 の工程で算出される波面収差が第 1 の工程で算出される波面収差より小さくなるように設計する第 4 の工程を含む設計プログラムが記録されていることを特徴とする記録媒体を提供する。

【 0 0 2 5 】

また、本発明は、表面に膜が形成された面を有する結像光学系の設計プログラムを含む信号を搭載しているコンピュータで受信可能な搬送波であって、

前記膜を含めずに前記結像光学系の光学的波面を計算する第1の工程と、前記膜を含めて前記結像光学系の光学的波面を計算する第2の工程と、第1の工程と第2の工程の計算結果を比較する第3の工程と、第2の工程で算出される波面収差が第1の工程で算出される波面収差より小さくなるように設計する第4の工程を含む設計プログラムを含む信号を搭載していることを特徴とするコンピュータで受信可能な搬送波を提供する。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は本発明の実施の形態に係る、表面に膜が形成された面を有する光学系の設計方法を説明するフローチャートである。図1を参照しながら、この設計方法の手順について説明する。

【 0 0 2 7 】

まず、膜を含めずに所定の仕様に合わせて光学系を設計し、光学的波面を計算し、波面収差を算出する（S10）。この工程で光学系のタイプ検討、各タイプの特性把握、概ねの性能の確保等、概略設計をするようにしてもよい。次に、形成すべき膜を設定し、その膜を含めて光学系を設計し、光学的波面を計算し、波面収差を算出する（S20）。この工程で膜の設計を行うようにしてもよい。そして、S10とS20の計算結果を比較する（S30）。

【 0 0 2 8 】

S20で算出された波面収差がS10で算出された波面収差より小さければ、設計解として認め、次の段階の検討に入る。S20で算出された波面収差がS10で算出された波面収差より大きい場合はS20に戻り、膜を含めた光学系を設計し直す（S40）。この工程で波面収差を比較する際、単純な大小比較ではなくある基準値を設けて、S10で算出された波面収差とS20で算出された波面収差の差が、その基準値より大きいかな否かで判断するようにしてもよい。基準値としては例えば、RMS値で $\lambda/14$ としてもよい。

【0029】

S10とS20で光学的波面を計算する際、P波とS波の問題がある。反射面に対して光が斜入射した場合、P波とS波では実効的反射面が若干異なり、P波とS波の位相差を光学設計で縮めることは不可能である。1つの方法として、P波とS波の平均を用いて、光学的波面を計算するようにしてもよい。

【0030】

なお、S20で算出された波面収差がS10で算出された波面収差より大きい場合はS20に戻るとしたが、場合に応じて、S10まで戻って設計してもよい。また、ここでは、S40で比較する物理量を波面収差としたが、MTF (Modulation Transfer Function) 等、他の物理量を用いたり、併用してもよい。さらに、光学系によっては、S10の工程を省いて設計してもよい。上述の設計方法は結像系だけでなく、アフォーカル系や集光光学系等、様々な光学系に適用可能である。

【0031】

図2は上記の方法で設計された結像光学系の光路図である。この光学系は、8つの非球面形状の反射面を有し、これらの反射面を介して第1面R上の物体を第2面W上に結像させるための結像光学系である。EUV光を対象光源とし、各反射面にはEUV用の反射膜が施されている。各反射面にはW側からR側に向かって光路の順にM1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8の符号が付されている。

【0032】

図3, 図4にこの光学系の設計解データを示す。ここで、非球面係数の定義は前述で示したものと同一である。この光学系のW側開口数(NA)は0.25で、W面における視野は半径25~27mmの円環領域で、M7有効径が開口絞りを兼ね、W側がテレセントリックな光学系になっている。

【0033】

ここで、EUV用反射膜は0.033nm厚のMo層、0.067nm厚のSi層を交互に50ペア積層した膜を基本とし、 $C_0 + C_2 h^2 + C_4 h^4 + C_6 h^6 + C_8 h^8 + C_{10} h^{10}$ をかけたものを実際の膜の厚さとした。hは光軸

からの高さ、 $C_0 \sim C_{10}$ は面毎に異なる係数である。図5に各面に対する係数の値を示す。

【0034】

図6はこれらの反射膜を含めずに算出された、すなわち、基盤面を反射面とした場合の、この光学系の波長 13.4 nm 、 W 上での高さ 26 mm におけるPSFである。図6(a)はPSFのcontour mapであり、図6(b)はPSFの鳥瞰図である。ピーク値は 0.4766 である。これを波面収差に換算すると、そのRMSは 0.123λ となり、従来の概念で判断すれば、設計解として認められるレベルではない。

【0035】

図7は上記の反射膜を含めて算出された、この光学系のPSFであり、膜を含むこと以外は図6のものと同条件である。図7(a)はPSFのcontour mapであり、図7(b)はPSFの鳥瞰図である。ピーク値は 0.9162 である。これを波面収差に換算すると、そのRMSは 0.046λ となり、半導体集積回路露光機として使用するには支障の無い光学系といえる。

【0036】

図8は、図2に示した結像光学系を投影光学系PLとして、投影露光装置に適用した場合の装置の構成図である。ここでは、図2の第1面Rを物体面、図2の第2面Wを像面として扱っている。なお、物体面と像面は共役な関係にあるため、交換しても結像関係は保たれる。

【0037】

投影光学系PLの物体面には所定の回路パターンが形成された投影原版としてのレチクルRが配置され、投影光学系PLの像面には、ワークとしてのフォトリジストが塗布されたウエハWが配置されている。レチクルRはレチクルステージRS上に保持され、ウエハWはウエハステージWS上に保持されている。レチクルRの上方には、露光光源としてのEUV光源を含み、レチクルRを均一に照明するための照明光学装置ISが配置されている。

【0038】

照明光学装置ISから供給される露光光は、レチクルRを照明する。照明され

たレチクルRのパターンの像は、投影光学系PLを介して投影倍率で縮小されてウエハW上に露光され、転写される。

【0039】

以上、添付図面を参照しながら本発明にかかる好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0040】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、表面に膜が形成された面を有する光学系において、従来は膜を含めずに設計解を求めていたところ、本発明では膜を含めて光学的波面を計算し設計解を求めることにより、設計条件を実際の光学系に大きく近づけることができ、必要な光学的性能を確保することができる。特に、EUV光等の短波長の光を光源とし、波長の何倍もの厚みがある膜を含むような光学系に有効である。また、本発明の別の観点によれば、膜を含めた状態で最適化が行われた高性能の光学系を用いて、パターンの像をワーク上に投影露光することができ、微細な回路パターンを高解像に形成可能な投影露光装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係る光学設計の手順を示すフローチャートである。

【図2】 本発明の実施の形態に係る光学系の光路図である。

【図3】 図2の光学系の設計解データの実例を数値で示す図である。

【図4】 図3のデータの続きを示す図である。

【図5】 図2の光学系の膜厚分布データの実例を数値で示す図である。

【図6】 図2の光学系の膜を含めない場合のPSFであり、(a)はそのcontour map、(b)はその鳥瞰図である。

【図7】 図2の光学系の膜を含めた場合のPSFであり、(a)はそのcontour map、(b)はその鳥瞰図である。

【図 8】 本発明の実施の形態に係る投影露光装置の構成図である。

【図 9】 従来の設計方法で設計された光学系の光路図である。

【図 1 0】 図 9 の光学系の設計解データの実例を数値で示す図である。

【図 1 1】 図 1 0 のデータの続きを示す図である。

【図 1 2】 図 9 の光学系の P S F であり、(a) はその c o n t o u r m a p, (b) はその鳥瞰図である。

【図 1 3】 図 9 の光学系の膜厚分布データの実例を数値で示す図である。

【図 1 4】 図 9 の光学系の膜を含めた場合の P S F であり、(a) はその c o n t o u r m a p, (b) はその鳥瞰図である。

【図 1 5】 図 9 の光学系の M 1 2 面のみに膜を含めた場合の P S F であり、(a) はその c o n t o u r m a p, (b) はその鳥瞰図である。

【符号の説明】

I S 照明光学装置

M 1, M 2, M 3, M 4, M 5, M 6, M 7, M 8 反射面

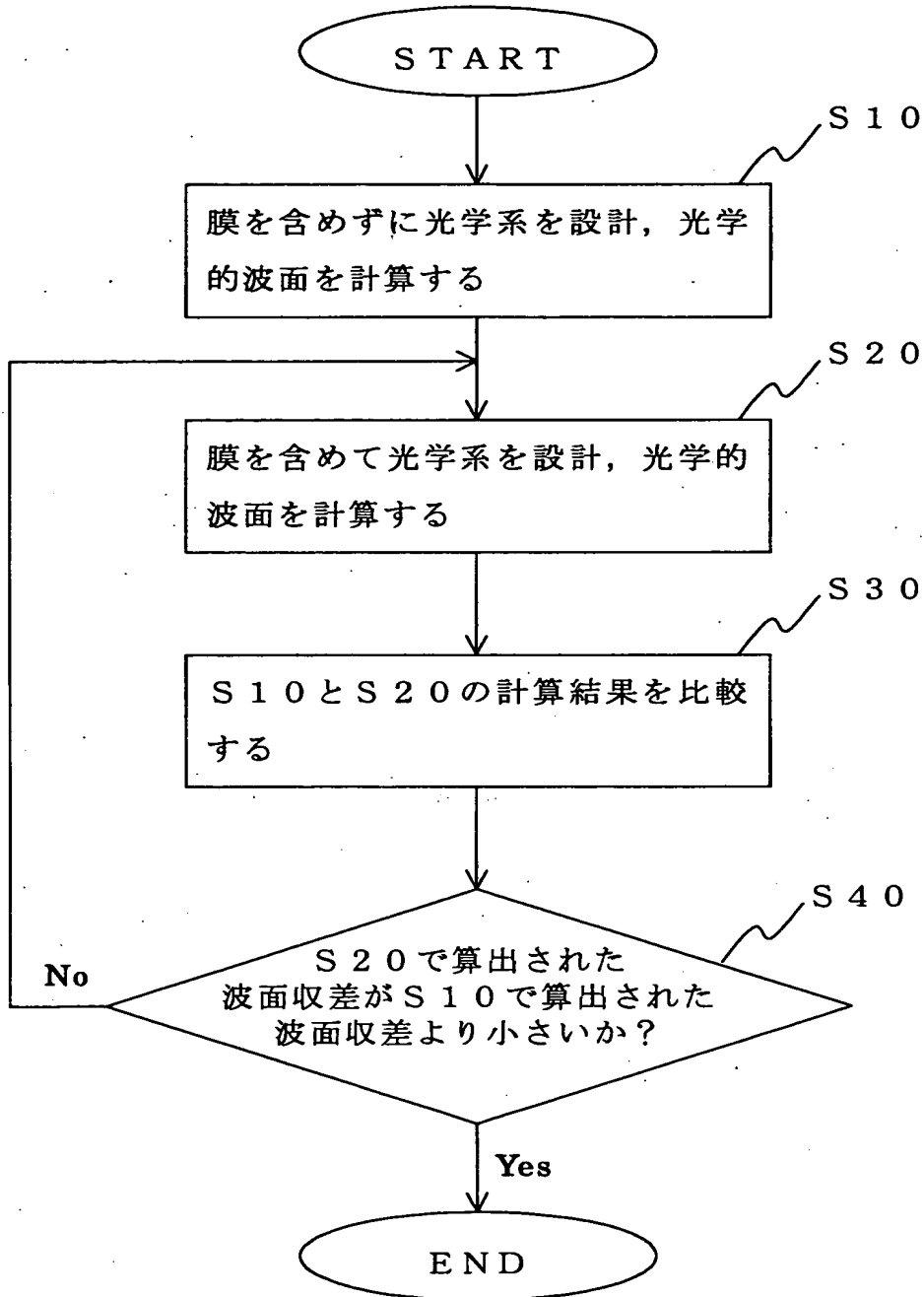
P L 投影光学系

R レチクル

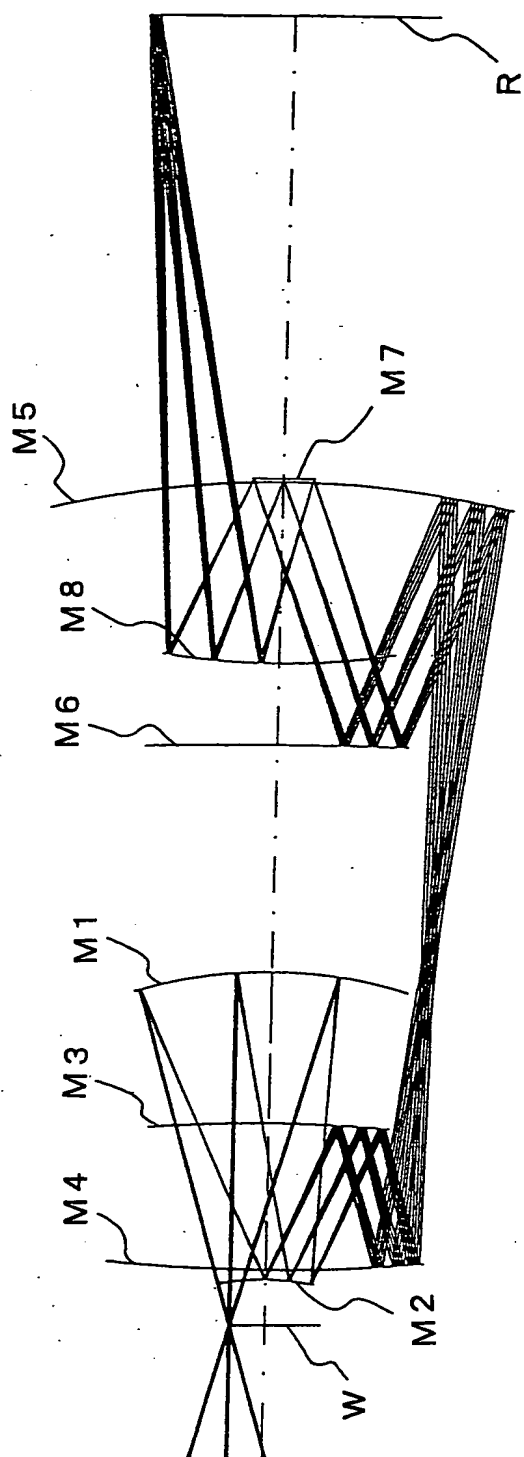
W ウエハ

【書類名】 図面

【図 1】



【図2】



【図 3】

	曲率半径	次の面迄の間隔
W	0	294.2260824
M 1	-312.612653965	-255.6424954

非球面係数

A -0.112050329204e-9
 B -0.18104508635e-14
 C -0.23136179643e-19
 D -0.655120168455e-25
 E -0.15651526992e-28
 F 0.325046468344e-33

M 2	-155.48392693	129.725405737
-----	---------------	---------------

非球面係数

A -0.325497516475e-7
 B 0.16377500196e-11
 C -0.136343619699e-14
 D 0.110404792942e-18
 E 0.733635425147e-22
 F -0.265776719245e-25

M 3	-884.869627941	-121.672224168
-----	----------------	----------------

非球面係数

A 0.835091109693e-8
 B 0.435188483967e-13
 C -0.568906298714e-17
 D 0.836829295694e-21
 E -0.491401427649e-25
 F 0.114484930941e-29

M 4	1249.17527576	657.7064437
-----	---------------	-------------

非球面係数

A 0.24911608165e-8
 B 0.337497437108e-13
 C -0.287494434144e-17
 D 0.160356830523e-21
 E -0.449986555615e-26
 F 0.503671808694e-31

【図 4】

M 5 -664.263291553 -220.378040952

非球面係数

A 0.691516233348e-9
B 0.470946134078e-14
C -0.130375856315e-19
D 0.13420372752e-23
E -0.22480032253e-28
F 0.183884182774e-33

M 6 -2323.32907314 223.0239352

非球面係数

A 0.720725149428e-8
B -0.575783061595e-13
C 0.606413664475e-18
D -0.917710824958e-23
E 0.213370548923e-27
F -0.216292171597e-32

M 7 528.568191761 -154.459038867

非球面係数

A -0.601130809589e-8
B -0.231358102344e-13
C 0.295065433412e-16
D 0.446179051064e-20
E 0.304204899329e-22
F -0.281443032137e-25

M 8 474.245115089 539.9801658

非球面係数

A 0.131640112143e-9
B -0.576922948525e-13
C 0.327672317172e-17
D -0.135850331064e-21
E 0.174870151606e-26
F 0.647478346301e-31

【図 5】

M 1

C0 68.6545684569
C2 -0.406472382455e-5
C4 -0.860266452642e-9

M 2

C0 74.0392277533
C2 -0.014829492702
C4 0.460290446866e-4
C6 -0.902902174399e-7
C8 0.826042879011e-10
C10 -0.278853008545e-13

M 3

C0 72.0777808803
C2 0.000467484760093
C4 -0.150710466456e-6
C6 0.185363249103e-10
C8 -0.979934861762e-15

M 4

C0 136.40182498
C2 -0.0345908231507
C4 0.719383034885e-5
C6 -0.74658670561e-9
C8 0.385258058211e-13
C10 -0.791671011292e-18

M 5

C0 70.6972804453
C2 -0.000156964598904
C4 0.615774744014e-8
C6 -0.109685127681e-12

M 6

C0 72.1670426765
C2 0.000201584392858
C4 -0.280994612088e-7
C6 0.106590576639e-11

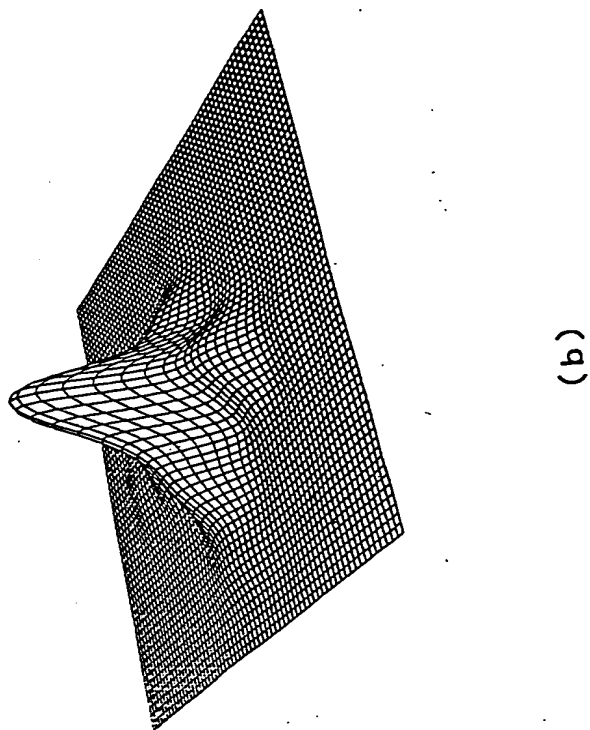
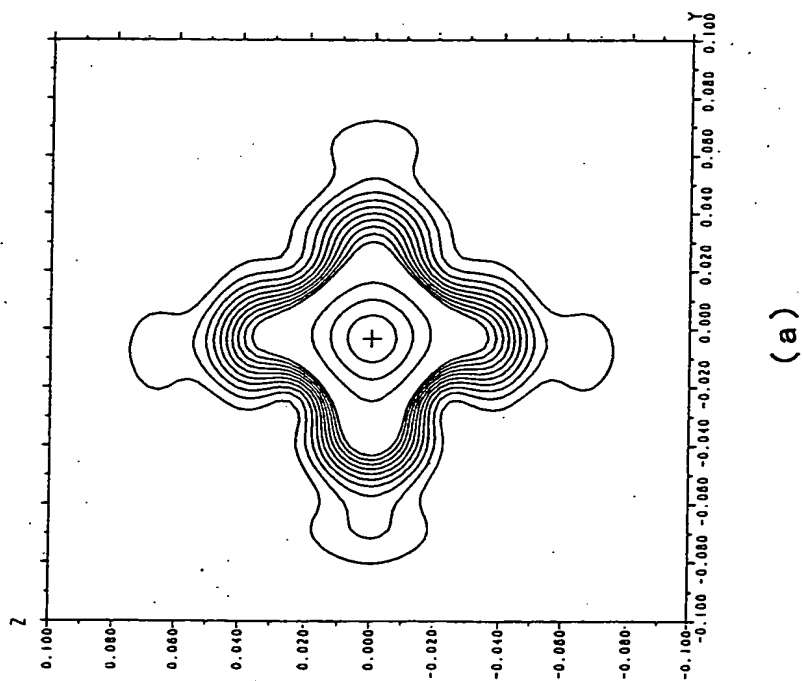
M 7

C0 71.9389606239
C2 0.00126741136633

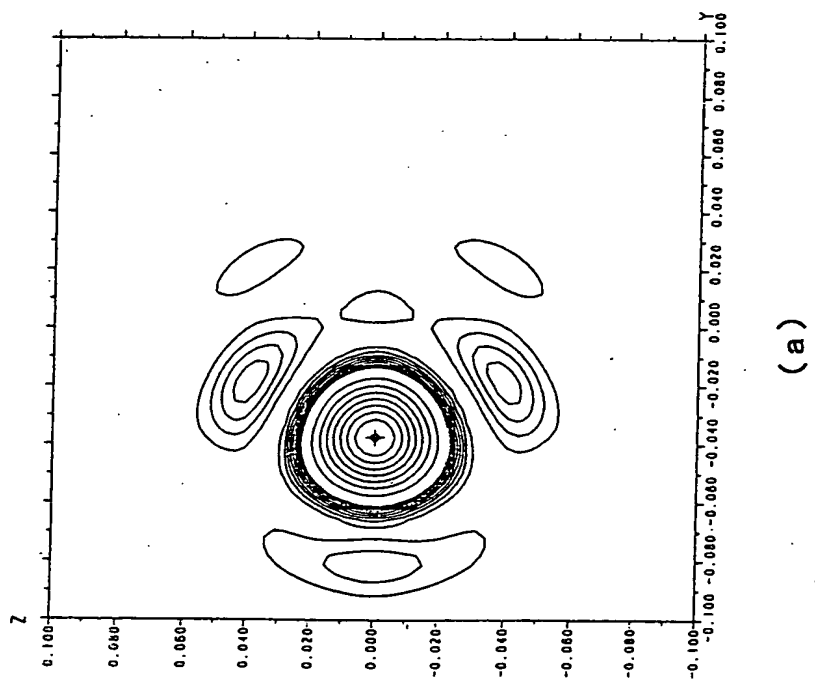
M 8

C0 69.8028447444
C2 0.754280173508e-4
C4 -0.506729466963e-8
C6 0.820539695635e-13

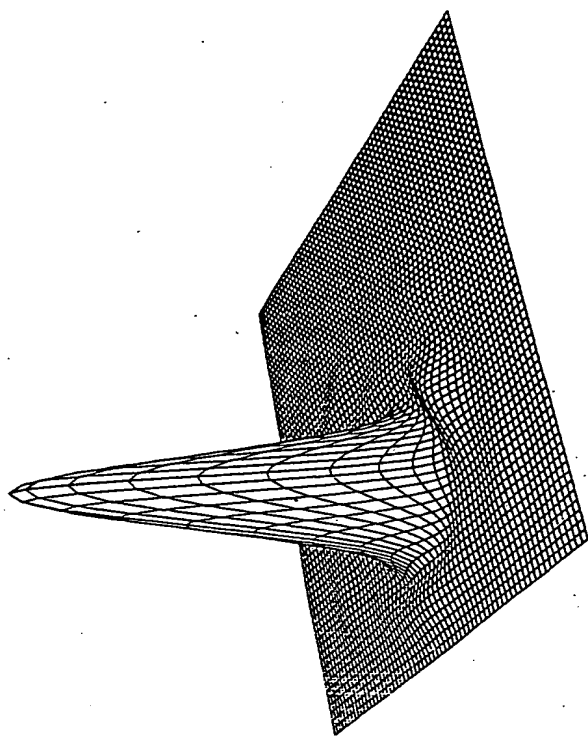
【図 6】



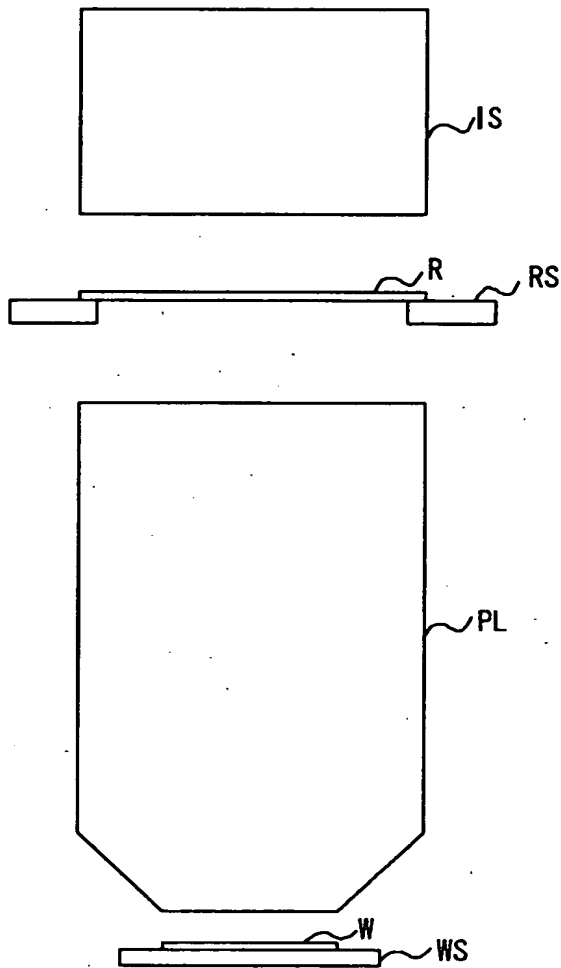
【図 7】



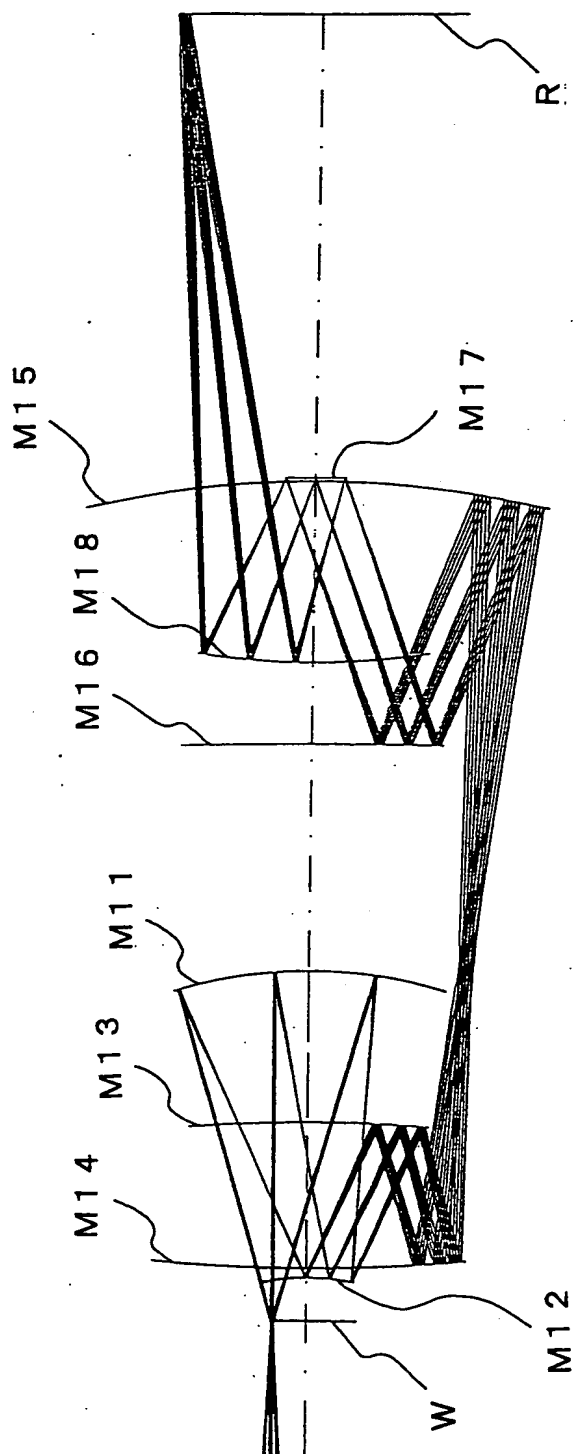
(b)



【図 8】



【図 9】



【図 1 0】

	曲率半径	次の面迄の間隔
W	0	294.2311813
M 1 1	-312.612652014	-255.6416782

非球面係数

A -0.112049542125e-9
 B -0.181039288166e-14
 C -0.231292781213e-19
 D -0.650806315356e-25
 E -0.155833885476e-28
 F 0.313887488968e-33

M 1 2 -155.483949858 129.71439576

非球面係数

A -0.325495912907e-7
 B 0.163790522605e-11
 C -0.13633422205e-14
 D 0.110371868517e-18
 E 0.733240245976e-22
 F -0.267263360739e-25

M 1 3 -884.868676093 -121.689753043

非球面係数

A 0.835091386499e-8
 B 0.43520144365e-13
 C -0.568907381282e-17
 D 0.836818997794e-21
 E -0.491412749835e-25
 F 0.11440393596e-29

M 1 4 1249.17319562 657.6863971

非球面係数

A 0.249116466237e-8
 B 0.337495749954e-13
 C -0.287493571279e-17
 D 0.160358470333e-21
 E -0.449994967907e-26
 F 0.503658424867e-31

【図 1 1】

M 1 5 -664.26315467 -220.366508831

非球面係数

A 0.69151060272e-9
B 0.470924886331e-14
C -0.130429859124e-19
D 0.134193966389e-23
E -0.224812902609e-28
F 0.183744616421e-33

M 1 6 -2323.33311191 223.1097674

非球面係数

A 0.720726528235e-8
B -0.575776564792e-13
C 0.60644452079e-18
D -0.917866330466e-23
E 0.213641345971e-27
F -0.216794422728e-32

M 1 7 528.568664539 -154.445795282

非球面係数

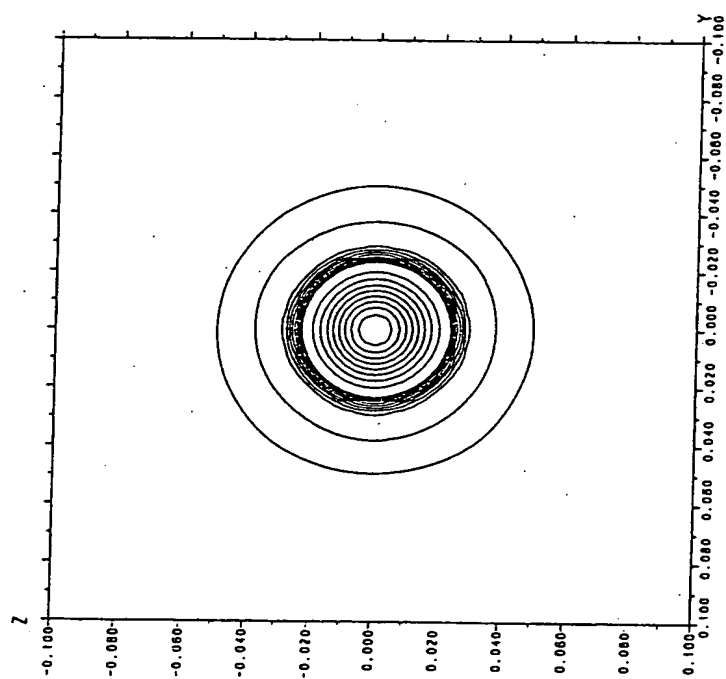
A -0.601116852274e-8
B -0.228784161922e-13
C 0.298540646052e-16
D 0.427024927672e-20
E 0.304205777331e-22
F -0.281443021907e-25

M 1 8 474.245115517 539.9340379

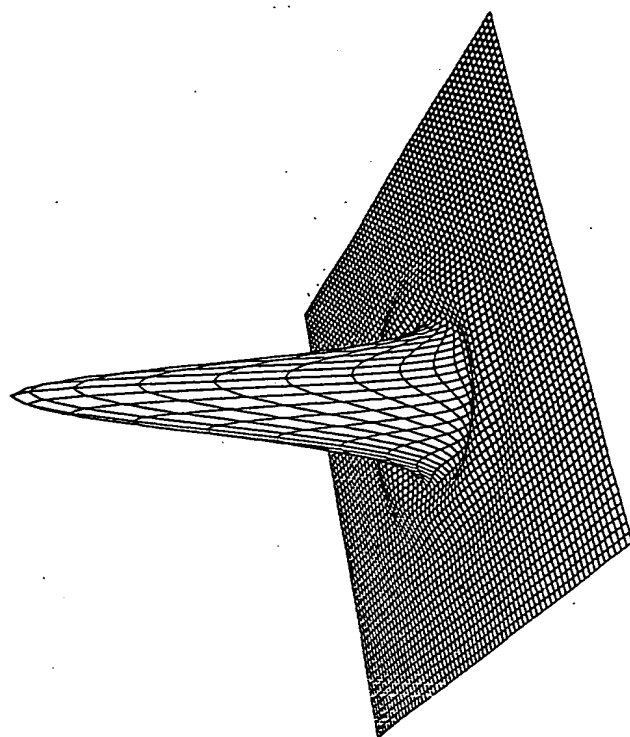
非球面係数

A 0.131639315922e-9
B -0.576918875822e-13
C 0.327682118169e-17
D -0.135837986015e-21
E 0.175059471404e-26
F 0.648574071329e-31

【図 12】



(a)



(b)

【図13】

M11

C0 68.6545684569
C2 -0.406472382455e-5
C4 -0.860266452642e-9

M12

C0 74.0392277533
C2 -0.014829492702
C4 0.460290446866e-4
C6 -0.902902174399e-7
C8 0.826042879011e-10
C10 -0.278853008545e-13

M13

C0 72.0777808803
C2 0.000467484760093
C4 -0.150710466456e-6
C6 0.185363249103e-10
C8 -0.979934861762e-15

M14

C0 136.40182498
C2 -0.0345908231507
C4 0.719383034885e-5
C6 -0.74658670561e-9
C8 0.385258058211e-13
C10 -0.791671011292e-18

M15

C0 70.6972804453
C2 -0.000156964598904
C4 0.615774744014e-8
C6 -0.109685127681e-12

M16

C0 72.1670426765
C2 0.000201584392858
C4 -0.280994612088e-7
C6 0.106590576639e-11

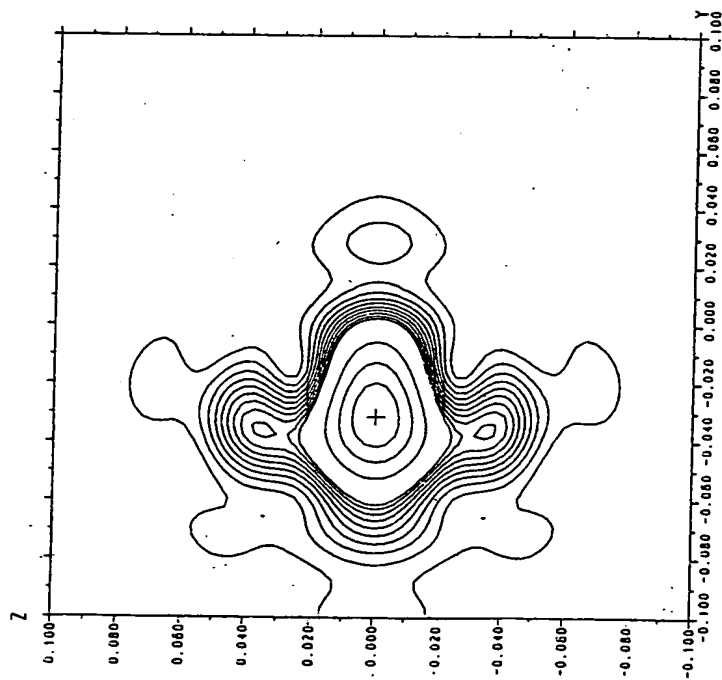
M17

C0 71.9389606239
C2 0.00126741136633

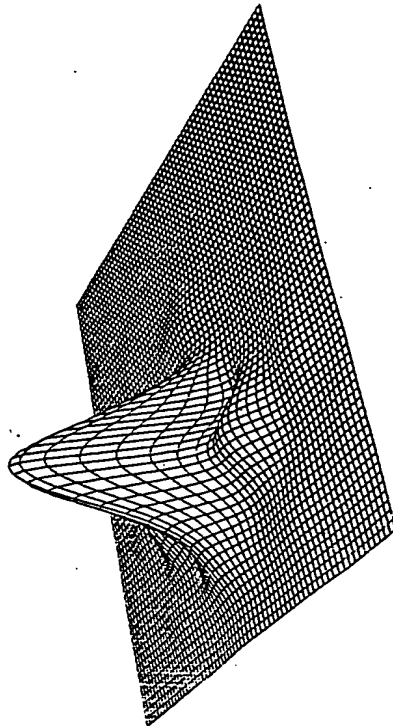
M18

C0 69.8028447444
C2 0.754280173508e-4
C4 -0.506729466963e-8
C6 0.820539695635e-13

【図 14】

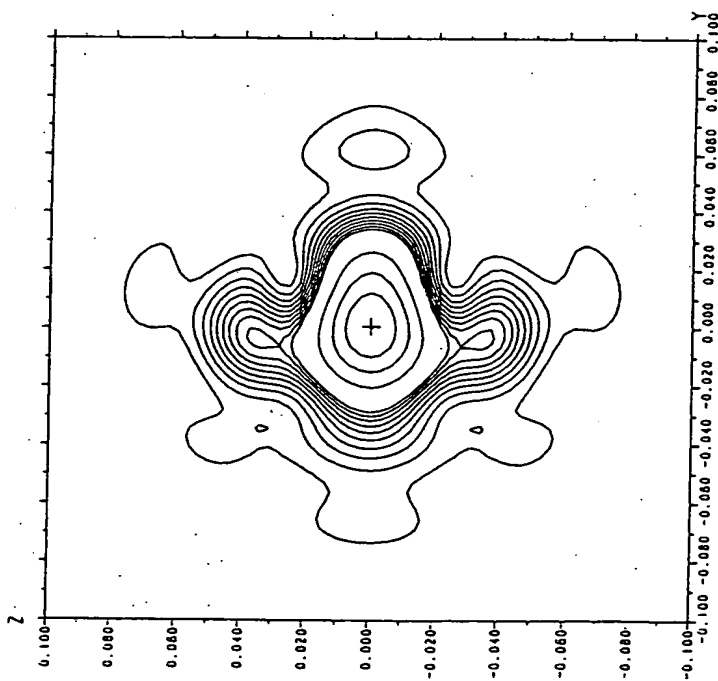


(a)

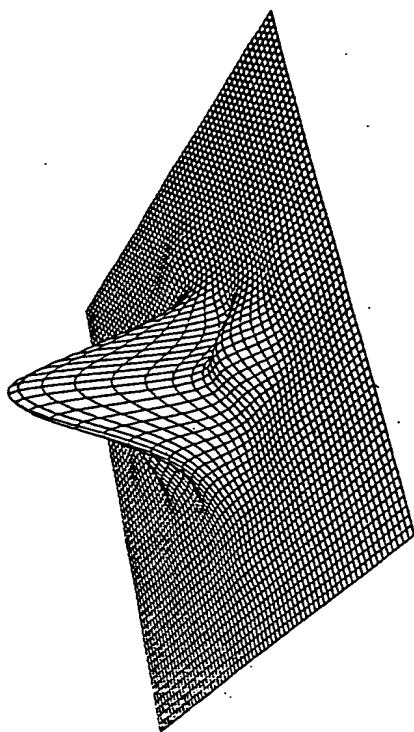


(b)

【図 15】



(a)



(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 表面に膜が形成された面を有する光学系において、膜を考慮した場合でも、必要な光学的性能を確保できる光学系の設計方法、光学系および該結像光学系を有する投影露光装置を提供すること。

【解決手段】 膜を含めずに所定の仕様に合わせて光学系を設計し、光学的波面を計算する（S10）。次に、形成すべき膜を設定し、その膜を含めて光学系を設計し、光学的波面を計算する（S20）。S10とS20の計算結果を比較する（S30）。S20で算出された波面収差がS10で算出された波面収差より小さければ、設計解として認め、次の段階の検討に入る。S20で算出された波面収差がS10で算出された波面収差より大きい場合はS20に戻り、膜を含めた光学系を設計し直す（S40）。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

氏 名 株式会社ニコン